

541,295

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. Juli 2004 (22.07.2004)

PCT

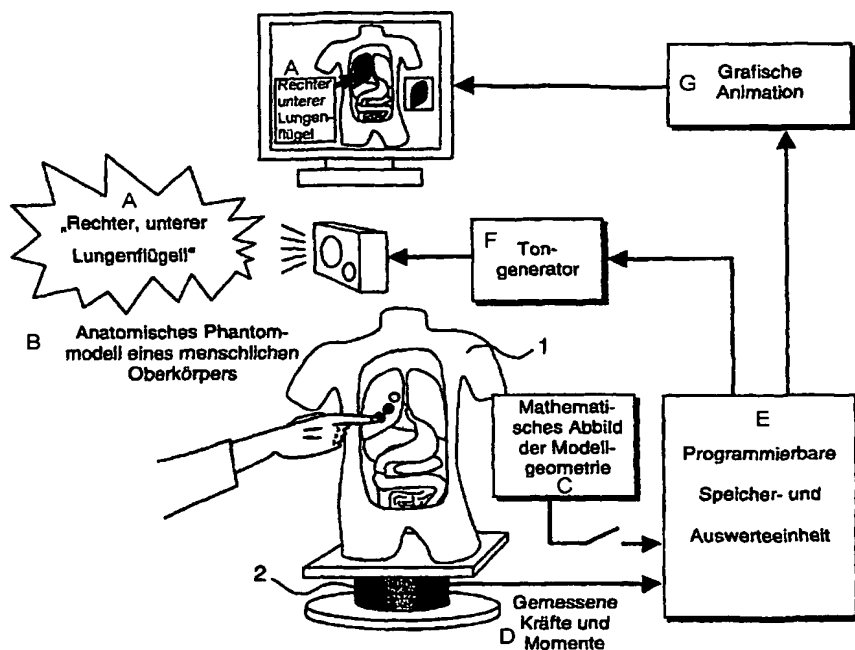
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/061797 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G09B 23/30**
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE2003/004292**
- (22) Internationales Anmeldedatum:
31. Dezember 2003 (31.12.2003)
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch**
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**
- (30) Angaben zur Priorität:
102 61 673.6 31. Dezember 2002 (31.12.2002) DE
102 61 673.6 3. Januar 2003 (03.01.2003) DE
- (71) Anmelder und
(72) Erfinder: **RIENER, Robert** [DE/DE]; Werner-Egk-Strasse 18, 85591 Vaterstetten (DE). **BURBKART, Rainer** [DE/DE]; Pestalozzistrasse 27, 80469 München (DE).
- (74) Anwalt: **SCHWEIZER, Joachim**; Dieselstrasse 1, 80993 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INTERACTIVE TEACHING AND LEARNING DEVICE WITH THREE-DIMENSIONAL MODEL

(54) Bezeichnung: INTERAKTIVE LEHR- UND LERNVORRICHTUNG MIT DREIDIMENSIONALEM MODELL



A RIGHT LOWER LUNG
B ANATOMICAL PHANTOM MODEL OF A HUMAN UPPER BODY
C MATHEMATICAL IMAGE OF THE MODEL GEOMETRY
D MEASURED FORCES AND MOMENTS
E PROGRAMMABLE MEMORY/ANALYSIS UNIT
F SOUND GENERATOR
G GRAPHIC ANIMATION

(57) Abstract: The invention relates to a device that enables the explanation and demonstration of preferably three-dimensional objects such as anatomical models or even models and exhibits for museums and exhibitions. According to the invention, the model (1) is attached in a fixed manner to the surroundings via at least one multicomponent force/moment measuring device (2). The inventive device comprises memory/analysis electronics and an optical-visual and/or acoustic indicating device. The force/moment measuring device (2) converts the forces and moments, which occur when the model (1) is touched, into electrical measurement signals that are fed to the memory/analysis electronics. The place of contact is computed in the memory/analysis electronics based on the forces and moments that are determined during touching and is indicated in the form of a signal to the operator by means of the optical-visual and/or acoustic indicating device.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/061797 A1



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung, die es erlaubt, vorzugsweise dreidimensionale Gegenstände, wie anatomische Modelle oder auch Modelle und Ausstellungsstücke für Museen und Messen zu erläutern und zu demonstrieren. Erfindungsgemäß ist das Modell (1) über wenigstens eine Mehrkomponenten Kraft- und Momentenmeßvorrichtung (2) fest mit der Umgebung verbunden, weist eine Speicher- und Auswerteelektronik und eine optisch-visuelle und/oder akustische Anzeigevorrichtung auf. Die Kraft- und Momentenmeßvorrichtung (2) wandelt die bei einer Berührung des Modells (1) auftretenden Kräfte und Momente in elektrische Meßsignale um, die der Speicher- und Auswerteelektronik zugeführt werden, wobei in der Speicher- und Auswerteelektronik aus den bei der Berührung ermittelten Kräften und Momenten die Berührungsstelle errechnet und als Signal mittels der optisch-visuellen und/oder akustische Anzeigevorrichtung der Bedienperson angezeigt wird.

5

INTERAKTIVE LEHR-UND LERNVORRICHTUNG MIT DREIDIMENSIONALEM MODELL

- 10 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung, die es erlaubt, vorzugsweise dreidimensionale Gegenstände, wie z. B. anatomische Modelle oder auch Modelle und Ausstellungsstücke für Museen und Messen zu erläutern und zu demonstrieren.:

15 Im Bereich der medizinischen Ausbildung oder bei medizinischen Demonstrationen werden häufig anatomische Modelle aus Kunststoff oder anderen Materialien eingesetzt. Zur Erläuterung oder Hervorhebung bestimmter anatomischer Bereiche ist es häufig zweckmäßig, die entsprechenden Bereiche durch Beschriftungen oder farbliche Merkmale kenntlich zu machen.

- 20 Problematisch bei derartigen Modellen ist, daß aus Platzgründen die mittels Beschriftung zu vermittelnde Information nicht besonders umfangreich sein kann. Oft fehlt eine Beschriftung ganz, weil z. B. die Textur des Modells (Färbung, feine Gefäße, Nerven usw.) erkennbar bleiben soll. Die Namen und Informationen zu den entsprechenden Modellbereichen sind dann auf einem Blatt Papier aufgelistet. Die
- 25 Zuordnung geschieht über Nummern, die auf dem Modell aufgezeichnet sind oder durch Skizzen oder Fotos, auf denen die entsprechenden Modellbereiche ersichtlich sind. Die Identifikation der interessierenden Modellbereiche ist daher häufig sehr umständlich und unübersichtlich.

- 30 Gleiche Probleme gibt es auch bei der Gestaltung von dreidimensionalen Demonstrationsmodellen, die in Museen oder auf Messen gezeigt werden, wobei es sich

im Gegensatz zu den medizinischen Modellen auch um das Originalobjekt handeln kann, wie z. B. ein Oldtimer-Fahrzeug in einem Automuseum.

Auch bei diesen Museen- und Messemodellen ist es häufig zweckmäßig, zur
5 Erläuterung, Beschreibung oder Hervorhebung bestimmter Bereiche oder Elemente des Modells, diese durch Beschriftungen oder farbliche Merkmale kenntlich zu machen. Häufig werden hierbei auch elektrische Schalter verwendet, die – bei Berührung am Modell oder entfernt davon – dafür sorgen, daß ein bestimmter Modellbereich mittels Glühlämpchen sichtbar gemacht oder
10 durch einen aufleuchtenden Schriftzug erklärt werden. Für spezielle Anwendungen werden sogenannte Touchpads eingesetzt, die auf der Basis matrixförmig angeordneter Meßfühler die Erfassung einer flächigen Kraftverteilung ermöglichen, vergl. z. B. DE 36 42 088 C2. Der Nachteil derartiger Anordnungen besteht darin, daß sich zwischen dem berührten Modell und dem Bediener
15 die Sensorkomponenten befinden, so daß häufig die ursprünglichen Berührungseigenschaften, wie Oberflächenbeschaffenheit, Form und Farbe verfälscht werden. Außerdem muß das zu berührende Modell bearbeitet werden, um die Meßfühler zu befestigen. Dadurch wird das Modell verändert oder sogar beschädigt. Um eine ausreichend hohe räumliche Auflösung über den gesamten relevanten Modellbereich zu erzielen, muß zudem eine große Anzahl
20 von druckempfindlichen Sensoren verwendet werden.

Teilweise behoben werden diese Nachteile bei der Verwendung von sogenannten Navigations- oder Trackingsystemen, die den Berührungspunkt nicht modellseitig,
25 sondern bedienerseitig, z. B. durch Tracking des Bedienerfingers oder des Instruments, erfassen. Der gerätetechnische Aufwand zur Detektion der Bedienerbewegungen ist jedoch unverhältnismäßig hoch.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, verbesserte Modelle für Lern- und Demonstrationszwecke bereitzustellen, die insbesondere vorstehend aufgeführte Nachteile überwinden.

- 5 Diese Aufgabe wird mit einer Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 2 gelöst:

Nach Anspruch 1 wird eine Lehr- und Lernvorrichtung mit folgenden Merkmalen bereitgestellt: Ein 3D-Körper, der das Modell darstellt, ist über wenigstens eine elektrische Mehrkomponenten Kraft- und Momentenmeßvorrichtung fest mit der
10 Umgebung verbunden. Bei einer Berührung des 3D-Körpers werden die auftretenden Kräfte und Momente in elektrische Meßsignale umwandelt, die einer Speicher- und Auswerteelektronik zugeführt werden. In der Speicher- und Auswerteelektronik ist ein mathematisches Modell von der Geometrie des 3D-Körpers implementiert. Unter Geometrie soll nachfolgend mindestens jeder Bereich der Ober-
15 fläche des Modells verstanden werden, der berührt werden kann und erklärt werden soll, d. h. z. B. auch Körperhöhlungen bei einem Anatomiemodell.

Weiterhin ist ein aus dem Stand der Technik an sich bekannter Algorithmus implementiert, der aus den bei der Berührung ermittelten Kräften und Momenten die
20 Stelle am 3D-Körper errechnet, die gerade z. B. mit einem Finger oder mit einer Nadel berührt wird.

Mittels einer Anzeigevorrichtung wird die errechnete Berührungsstelle angezeigt oder ausgegeben. Die Art der Anzeige und/oder der Ausgabe ist frei wählbar und
25 wird gemäß dem zu erreichenden Zweck ausgebildet. Vorzugsweise werden optisch-visuelle und/oder akustische Anzeigevorrichtungen eingesetzt, die aus dem Stand der Technik bekannt sind.

Die Erfindung nach Anspruch 2 ordnet sich als eigenständige Erfindung dem gleichen Grundgedanken wie der Erfinder nach Anspruch 1 unter.
30

Der grundlegende Unterschied besteht jedoch darin, daß in der Speicher- und Auswerteelektronik kein mathematisches Modell abgelegt ist, sondern eine Datentafel, in der die interessierenden Berührungspunkte gespeichert sind.

- 5 Diese Berührungspunkte werden mittels dem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren des „Teaching“ implementiert, d. h. es wird mit dem Finger oder mit einem Instrument die zu „teachende“ Stelle auf oder in dem 3D-Körper (z. B. eine Körperhöhlung) berührt, wobei eine vorbestimmte Kraft aufgebracht wird, die auf die Mehrkomponenten- Kraft- und Momentenmeßvorrichtung übertragen
10 wird.

Die von der Mehrkomponenten- Kraft- und Momentenmeßvorrichtung ermittelten Kräfte und Momente werden mit den in der Datentafel gespeicherten Werten verglichen. Mittels des Zuordnungsalgorithmus wird die berührte Stelle ermittelt und
15 mittels der Anzeigevorrichtung angezeigt. Im Gegensatz zur Erfindung nach Anspruch 1, bei der prinzipiell jeder beliebige Punkt ermittelt wird, sofern er durch das mathematische Modell erfaßt ist, können bei der Erfindung nach Anspruch 2 im wesentlichen nur die vorher geteachten Punkte erkannt werden.

- 20 Das Modell ist über eine einzige Mehrkomponenten Kraft- und Momentenmeßvorrichtung fest mit einem Tisch, einer Wand, einer Decke oder sonstigem Untergrund verbunden. Aus Gründen der besseren mechanischen Stabilität können auch mehrere Kraftmeßvorrichtungen verwendet werden. Mehrkomponenten Kraft- und Momentenmeßvorrichtung gehören zum Stand der Technik und werden
25 als Module kommerziell angeboten. Es können auch zusätzliche Haltevorrichtungen verwendet werden, wenn es die Größe des 3D-Körpers erfordert. Diese Haltevorrichtungen müssen jedoch so konstruiert sein, daß der Kraft- und Momentenmeßvorrichtung oder den Kraftmeßvorrichtungen die bei der Berührung erzeugte Kraft eindeutig und reproduzierbar zugeführt wird.

Herausragend im Vergleich zu den bisher bekannten Vorrichtungen ist, daß die berührungsempfindliche Sensorik nicht am Berührungspunkt des Modells angeordnet ist, sondern sich als Verbindungselement zwischen Modell und Umgebung befindet. Daher braucht das Modell nicht aufwendig bearbeitet zu werden. Außerdem können nahezu beliebig viele Berührungspunkte generiert werden, was bei den au dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen nicht möglich ist.

Der geschilderte Aufbau erlaubt es, die von einem Bediener berührten Modellbereiche, -punkte oder -elemente visuell und/oder akustisch zu erläutern, zu beschreiben oder hervorzuheben. Die dargestellten Informationen können z. B. der Name, bestimmte Eigenschaften und Funktionen des identifizierten Modellbereichs bzw. -elements sein. Die Informationen werden beispielsweise über das Sichtgerät lesbar bzw. visuell erkennbar und/oder über Lautsprecher hörbar gemacht. Auch Filme oder grafische Animationen können je nach Einstellungen und Bedieneraktionen eingespielt werden. Ferner können der ermittelte Kraftbetrag und die ermittelte Kraftrichtung im Datenprozessor weiterverarbeitet und z. B. als Vektorpfeil grafisch animiert oder als akustisches Signal wiedergegeben werden. Bringt der Bediener z. B. zu hohe Kräfte auf das Modell auf, so kann ein visuelles oder akustisches Warnsignal oder eine Warnstimme dafür sorgen, daß der Bediener vom Modell abläßt, um eine Zerstörung des Modells oder Kraftsensors zu vermeiden.

Die mathematische Repräsentation des verwendeten Modells kann mittels 3D Scannern (CT, Kernspintomograph, Laserscanner, usw.) bestimmt und im Datenprozessor gespeichert werden. Beim Teachingverfahren werden die entsprechenden Modellbereiche berührt, die dabei auftretenden Kräfte und Momente gemessen und gespeichert und z. B. durch Texteingabe zugeordnet. Das Zuordnungsverfahren kann dabei durch moderne Techniken, z. B. durch künstliche neuronale Netze, unterstützt werden. Sobald in der späteren Anwendung vergleichbare Kräfte auftreten, wie im Teachingverfahren gemessen wurden, so wird das berührte Element automatisch erkannt.

Das geometrische Abbild des Modells kann auch grafisch animiert dargestellt werden. Bei der Berührung bestimmter Modellbereiche können diese dann in der Animation z. B. farblich oder mittels eines Pfeils kenntlich gemacht werden. Es
5 können auch feinste Details, die in der Nähe des Berührungspunkts vorhanden sind, aber aus Platzgründen am realen Modell nicht markiert sind, über das Sichtgerät visualisiert werden.

Auf dem Modell oder innerhalb bestimmter vordefinierter Modellbereiche können
10 verschiedene, optisch z. B. durch Farbe, Größe, Form, Beschriftung voneinander unterscheidbare Menüpunkte markiert sein. Bei der Berührung eines dieser Menüpunkte wird dann, je nach Art des Punktes, eine bestimmte Reaktion ausgelöst oder eine Menüfunktion ausgeführt, die akustisch oder grafisch angezeigt wird.

15 Alternativ oder ergänzend zu optisch unterscheidbaren Punkten können auch bestimmte Berührungsmuster mit typischen Kraft-Zeit-Verläufen zu verschiedenen grafischen und akustischen Reaktionen führen. Solche Berührungsmuster sind beispielsweise, lange oder kurze Kontakte, leichtes oder festes Anpressen, sowie Klopfzeichen mit unterschiedlicher Anzahl von Klopfschlägen, so wie z. B. der Doppelklick
20 im Programm Windows zum Öffnen eine Datei führt.

Die Erfindung kann in zwei verschiedenen Modi bedient werden. Die oben beschriebene Funktion stellt den sogenannten Normalmodus dar, bei dem die Berührung eine graphische und/oder akustische Reaktion liefert. Im sogenannten Abfragemodus kann zunächst eine graphische oder akustische Aufforderung an den
25 Bediener gegeben werden, z. B. einen bestimmten Modellbereich zu berühren. Der Bediener, z. B. ein zu prüfender Student, berührt dann den vermeintlichen Bereich und der Datenprozessor überprüft, ob der richtige Bereich berührt, d. h. erkannt wurde. Dabei kann auch kontrolliert werden, ob der Bediener die Bereiche
30 in der richtigen Reihenfolge, und bei Bedarf auch mit den korrekten Zeitdauern, Kraftbeträgen und -richtungen, berührt hat. Der Erfolg, Mißerfolg oder eine Wer-

tung wird dann dem Bediener über die grafische und/oder akustische Ausgabe mitgeteilt. In diesem Modus wird also der Bediener nach seinem Wissen abgefragt.

- 5 Nach Anspruch 3 weist die optisch-visuelle Anzeigevorrichtung einen Projektor auf, der visuelle Informationen, wie Schrift oder Bilder direkt auf den berührten Bereich projiziert, wobei auch eine Rückseitenprojektion vorgenommen werden kann. Das setzt voraus, daß die Farbe und die Oberfläche des Modellbereiches auf die Projektion abgestimmt sind. Wenn z. B. der Bediener mit zunehmender
- 10 Kraft auf den Lungenflügel des Modells drückt, werden tieferliegende Schichte projiziert und dargestellt. Es ist dem Fachmann klar, daß diese Projektionen auch auf separaten Bildschirmen angezeigt werden können.

- Nach Anspruch 4 ist der Projektor als Videoprojektor ausgebildet. Damit ist es z.
- 15 B. möglich, den Bluttransport in der Lunge realitätsnah darzustellen, und somit den Informationseffekt weiter zu erhöhen.

- Es ist weiterhin zu erwähnen, daß es eine Reihe von intelligenten Algorithmen zur Auswertung der Signale der Kraft- und Momentenmeßvorrichtung gibt. Bei einem
- 20 zerlegbaren anatomischen Modell vermindert sich z. B. bei der Herausnahme eines Organs die verbleibende Masse. Wenn z. B. die Massen der entfernbaren Organe unterschiedlich und bekannt sind, kann durch einfache Gewichtsklassifizierung das abgenommene Organ bestimmt werden. Es ist weiterhin möglich, die Änderung des Schwerpunktes des Modells bei der Entfernung eines Organs zur
- 25 Bestimmung heranzuziehen. Wird ein bestimmtes Organ entnommen, so wird über die Kraft- und Momentenmeßvorrichtung nicht nur eine Gewichtsverringerung registriert, sondern in der Regel auch ein Kippmoment festgestellt. Es ist ferner zur Verringerung der Verwechselungsgefahr möglich, Algorithmen zur Plausibilitätsprüfung vorzusehen. Wenn z. B. zwei Organe gleich schwer sind, aber hintereinander
- 30 liegen und somit nur in der vorbestimmten Abfolge entnehmbar sind, kann

somit das gerade entnommene Organ trotz Gewichtsgleichheit eindeutig identifiziert werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und schematischen Zeichnungen näher erläutert:

5

Fig. 1a - f zeigt die Anwendung der Erfindung an einem anatomischen Torso.

Fig. 2 zeigt die Anwendung der Erfindung an einem Modellohr für die Akupunkturausbildung.

10

Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform mit geteiltem Modell.

Fig. 4a, b zeigt eine Ausführungsform der Erfindung für eine nichtmedizinische Anwendung.

Fig. 1a zeigt einen künstlichen, offenen Oberkörper 1 (Phantomtorso) mit abnehmbaren Organen. In dieser Ausführungsform dient die Erfindung der Unterstützung der medizinischen Ausbildung. Der Torso ist auf einem 6-Komponenten Kraft-Momenten-Sensor 2 montiert. Sensordaten münden in eine Datenverarbeitungsvorrichtung mit grafischer und akustischer Ausgabe. Auf den einzelnen Organen sind mehrere kleine Punkte in gelber, blauer und grüner Farbe aufgebracht. Berührt beispielsweise ein Medizinstudent eines der Organe oder einen bestimmten Organbereich, so wird ihm akustisch der Name des entsprechenden Organs bzw. Bereichs mitgeteilt. Gleichzeitig wird an einem Monitor der Torso als künstliches Abbild in schattierter Darstellungsweise wiedergegeben und der Name des berührten Bereichs eingeblendet. Die berührten Strukturen können in der grafischen Animation farblich hervorgehoben werden. Selbst sehr kleine anatomische Strukturen, wie z. B. Blutgefäße, Äderchen, Nervenverläufe, Muskelansatzstellen, können sichtbar gemacht werden. Berührt der Bediener dann den gelben Punkt auf dem künstlichen Organ des Torsos, wird ihm eine fotorealistische Darstellung des Organs bzw. Organbereichs auf dem Monitor präsentiert. Bei dem blauen Punkt werden physiologische Bedeutung und mögliche Pathologien grafisch wie auch akustisch beschrieben. Mit dem grünen Punkt können schließlich grafische

15
20
25
30

Animationen und Filme mit Ton gestartet werden. Ferner kann mit steigender Druckkraft auf ein Organ oder die Haut des Torsomodells wie mit einem Nadelstich in die Tiefe eingetaucht werden. Dabei werden die verschiedenen Körperschichten und internen Ansichten grafisch animiert dargestellt. Im Abfragemodus
5 (Kontrollmodus) kann eine künstliche Stimme den Bediener dazu auffordern, einen bestimmten anatomisch relevanten Bereich zu berühren. Die berührte Stelle wird dann mit der Datenverarbeitungsvorrichtung registriert und das Ergebnis dem Bediener akustisch und graphisch mitgeteilt und kommentiert.

10 Fig. 1 b zeigt, wie der Bediener eines der Organe vom Torso entnimmt. Der Sensor registriert dadurch ein verändertes Gewicht und eine Schwerpunktverlagerung. Da die Gewichte der Einzelkomponenten bekannt sind, kann automatisch erkannt werden, welches Organ entnommen wurde. Die künstliche Darstellung des Torsos auf dem Monitor paßt sich dann entsprechend an den veränderten Torso an.

15 Fig. 1c zeigt, wie nach der Entnahme mehrere Organteile tiefer liegende Strukturen, die bisher nicht sichtbar waren, nun sichtbar werden und weiter durch Berührungen und mit akustisch-grafischer Unterstützung exploriert werden können.

20 Fig. 1d zeigt ein verändertes graphisches und akustisches Display, bei dem ein Stereodatenhelm (Head-Mounted-Display, HMD) verwendet wird. Durch die Projektion zweier getrennter Bilder wird auf beide Augen ein realistischer dreidimensionaler Bildeindruck erzielt. Die Akustik wird dem Bediener über einen Stereokopfhörer vermittelt.

25 Fig. 1e zeigt ein verändertes graphisches Display, bei dem die Text- und Bildinformation direkt auf das berührte Modell projiziert wird. Dies kann beispielsweise mit einem handelsüblichen Projektionsbeamer geschehen, wobei in diesem Beispiel die Modelloberfläche weiß oder einfarbig hell sein sollte.

Fig. 1f zeigt eine Ausführungsform, bei der der Phantomtorso mit zwei Mehrkomponenten-Sensoren 2a, 2b befestigt ist. Die entsprechenden Kraft- und Momentensignale werden vektoriell addiert und schließlich als Summensignal, das dem Signal eines einzelnen Sensors entspricht, in der Datenverarbeitungsvorrichtung
5 weiterverarbeitet.

Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform, bei der ein Phantomohr für die Akupunkturausbildung verwendet werden kann. Das Phantomohr ist mit einem Kraft-Momenten-Sensor 2 verbunden. Auf dem Ohr sind die wichtigsten Akupunkturpositionen markiert. Wenn der Bediener mit einem spitzen Gegenstand, der einer Akupunktur-
10 nadel gleicht, das Phantomohr berührt, so sagen ihm eine Stimme und das Monitorbild, welchen Namen und welche Bedeutung der anvisierte Punkt haben. Die akustische Ansage und Texteinblendungen sind bei diesem Anwendungsbeispiel auch deshalb sinnvoll, weil für die Bezeichnungen und Bedeutungen der Punkte
15 auf dem Ohr nicht genügend Platz vorhanden ist. Ton und Bild können den Bediener auch bei der Suche eines gewünschten Punktes zurechtweisen. Dabei kann auch geprüft werden, wieviel Zeit der Bediener bei der Suche eines bestimmten Punktes benötigt, und in welcher Reihenfolge er die Punkte anfährt.

Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform, bei der das Modell geteilt ist. Dabei ist das
20 rechte Modellteil tischseitig mit einem Kraft-Momenten-Sensor 2a verbunden. Das linke Modellteil ist dagegen über einen weiteren Kraft-Momenten-Sensor 2b mit dem rechten Modellteil verbunden. Der Sensor 2b stellt das einzige Verbindungselement zwischen dem rechten und linken Modellteil dar. Durch diese Anordnung
25 können zwei Kräfte – eine je Modellteil – eingeleitet und lokalisiert werden. Dadurch sind auch beidhändige Zeigeaktionen möglich. Bei der Datenverarbeitung können die am linken Teil angreifenden Kräfte eindeutig mit dem verbindenden Sensor 2b weiterverarbeitet werden. Da jedoch der tischseitige Sensor 2a die Kräfte beider Modellteile aufnimmt, müssen zur Lokalisierung des rechten Kontaktpunkts beide Sensorausgänge miteinander kombiniert werden. Dazu werden
30 die Kraft- und Momenten-Daten des verbindenden Sensors komponentenweise, d.

h. vektoriell von den Kraft- und Momenten-Daten des tischseitigen (in einem gemeinsamen Koordinatensystem) subtrahiert.

Fig. 4a zeigt ein Modellauto, das auf einem 6-Komponenten Kraft-Momenten-Sensor 2 montiert ist. Die Kraft-Momenten-Daten werden in eine Datenverarbeitungsvorrichtung geleitet, die über einen Tongenerator (Soundkarte) eine akustische Ausgabemöglichkeit aufweist. Die Datenverarbeitungsvorrichtung beinhaltet ein mathematisches Abbild der Modellautogeometrie. Das Modellauto setzt sich aus einer Vielzahl von kleinen Komponenten wie z. B. Rädern, Türen, Stoßstangen, Scheinwerfer zusammen. Sobald der Bediener (Museumsbesucher), eines der Komponenten einmal kurz mit seinem Finger berührt, hört dieser über den Lautsprecher den Namen der berührten Komponente. Klopft er 2 mal kurz hintereinander auf das selbe Element, so wird ihm die Funktion kurz näher erläutert. Gleichzeitig mit der Übermittlung der akustischen Information erscheint auf einem Monitor eine animierte Abbildung des Modells mit einer farblichen Hervorhebung des berührten Teils und einer Textbox, in der die Funktion näher erklärt wird. Ein einmaliges langes Drücken läßt einen kurzen Film starten, in dem der Herstellungsprozeß des berührten Teils geschildert wird.

Fig. 4b zeigt eine Ausführungsform, bei der das Modellauto mit zwei Mehrkomponenten 2a, 2b befestigt ist. Die entsprechenden Kraft- und Momentensignale werden vektoriell addiert und schließlich als Summensignal, das dem Signal eines einzelnen Sensors entspricht, in der Datenverarbeitungsvorrichtung weiterverarbeitet.

Es ist klar, daß anstelle des Modellautos auch ein realer Gegenstand, z. B. auch ein Auto mit der Erfindung ausgerüstet werden kann. Der besondere Wert im Anwendungsbereich Museum, Ausstellung oder Messe besteht zweifellos in der neuartigen Interaktion des ausgestellten Gegenstandes mit dem Publikum, dem es bisher häufig nicht gestattet wurde, die Ausstellungsstücke zu berühren.

5

Ansprüche

- 10 1. Lehr- und Lernvorrichtung mit folgenden Merkmalen:
- ein zu berührender 3D-Körper (1), der über wenigstens eine
 - Mehrkomponenten Kraft- und Momentenmeßvorrichtung (2) fest mit der Umge-
 - bung verbunden ist,
 - eine Speicher- und Auswerteelektronik,
 - 15 - eine optisch-visuelle und/oder akustische Anzeigevorrichtung, wobei
 - die Kraft- und Momentenmeßvorrichtung die bei einer Berührung des Modellkör-
 - pers auftretenden Kräfte und Momente in elektrische Meßsignale umwandelt, die
 - der Speicher- und Auswerteelektronik zugeführt werden, wobei in der Speicher-
 - und Auswerteelektronik
 - 20 - ein mathematisches Modell von der Geometrie des 3D-Körpers implementiert ist
 - und
 - ein Algorithmus, der aus den bei der Berührung ermittelten Kräften und Momen-
 - ten die Berührungsstelle am 3D-Körper errechnet, die als Signal mittels der op-
 - tisch-visuellen und/oder akustische Anzeigevorrichtung der berührenden Bedien-
 - 25 - person angezeigt wird.
2. Lehr- und Lernvorrichtung mit folgenden Merkmalen:
- ein zu berührender 3D-Körper (1), der über wenigstens eine
 - Mehrkomponenten Kraft- und Momentenmeßvorrichtung (2) fest mit der Umge-
 - 30 - bung verbunden ist,
 - eine Speicher- und Auswerteelektronik,

- eine optisch-visuellen und/oder akustische Anzeigevorrichtung, wobei
- die Kraft- und Momentenmeßvorrichtung die bei einer Berührung des Modellkörpers auftretenden Kräfte und Momente in elektrische Meßsignale umwandelt, die der Speicher- und Auswerteelektronik zugeführt werden,
- 5 - in dem Speicher der Speicher- und Auswerteelektronik Kraft- und Momentenmeßsignale vorbestimmter Berührungspunkte gespeichert sind und
- ein Zuordnungsalgorithmus implementiert ist, der aus den ermittelten Kräften und Momenten die Berührungsstelle am 3D-Körper zuordnet, die als Signal mittels der optisch-visuellen und/oder akustische Anzeigevorrichtung der berührenden Be-
- 10 dienperson angezeigt wird.

3. Lehr- und Lernvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die optisch-visuellen Anzeigevorrichtung einen Projektor aufweist, der visuelle Information, wie Schrift oder Bilder direkt auf den berührten Bereich projiziert.

15

4. Lehr- und Lernvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Projektor ein Videoprojektor ist.

20

25

30

1/6

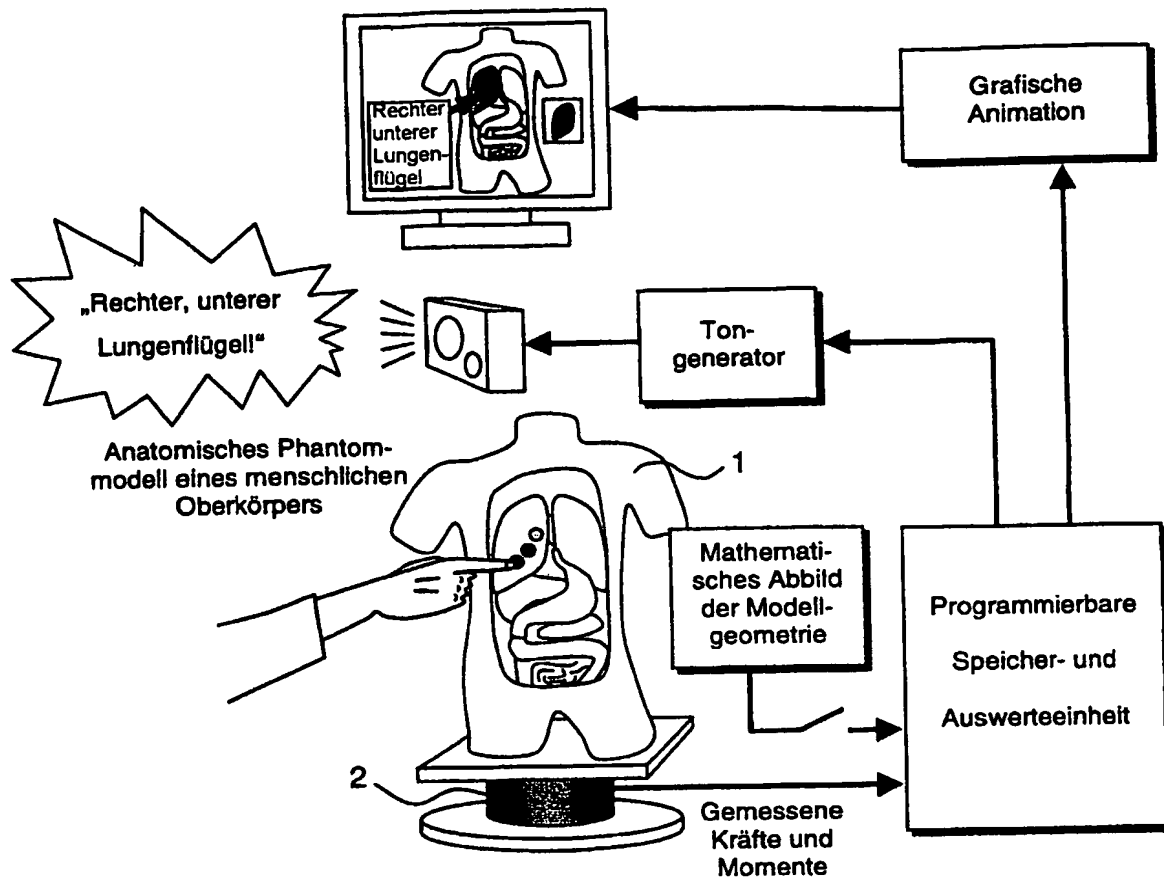


Fig. 1a

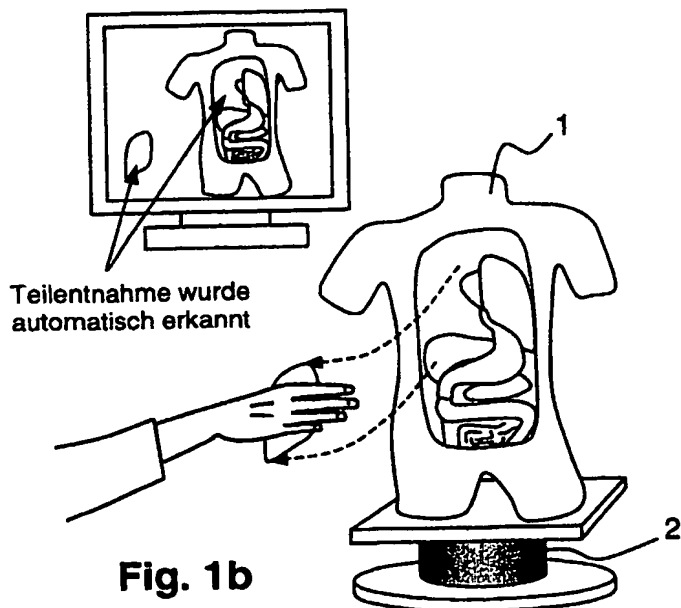


Fig. 1b

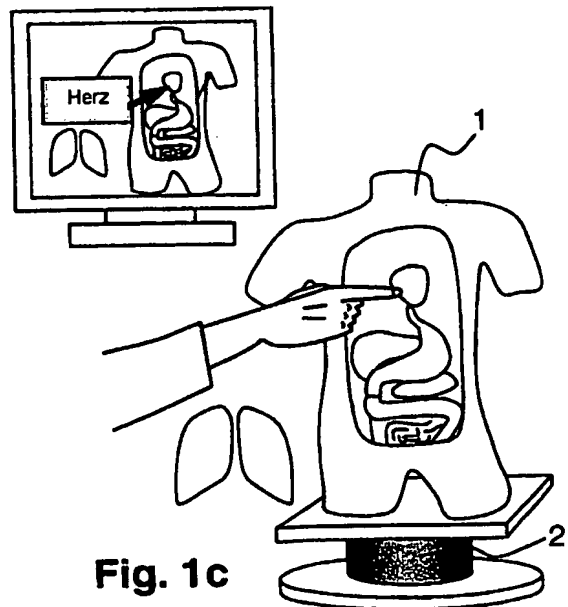


Fig. 1c

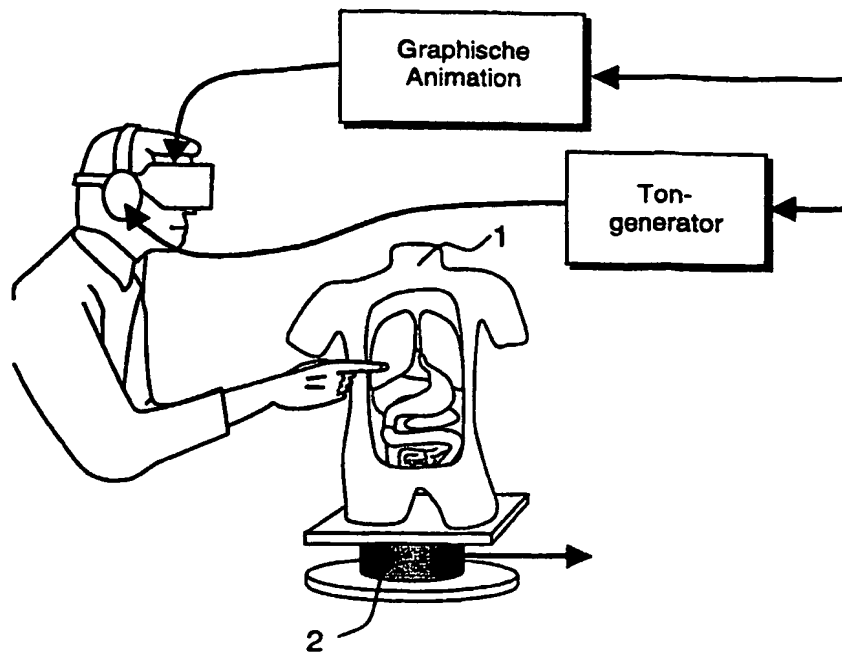


Fig. 1d

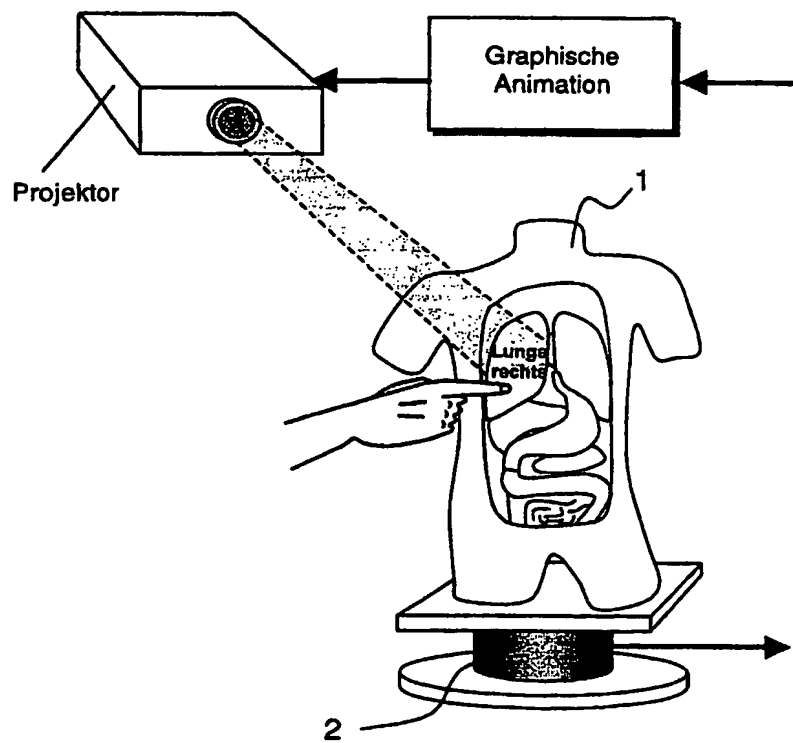
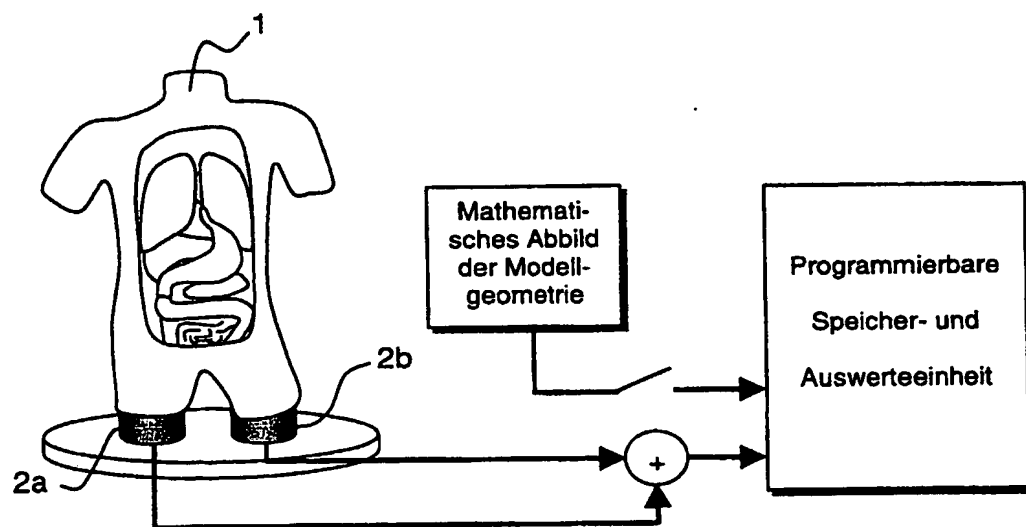
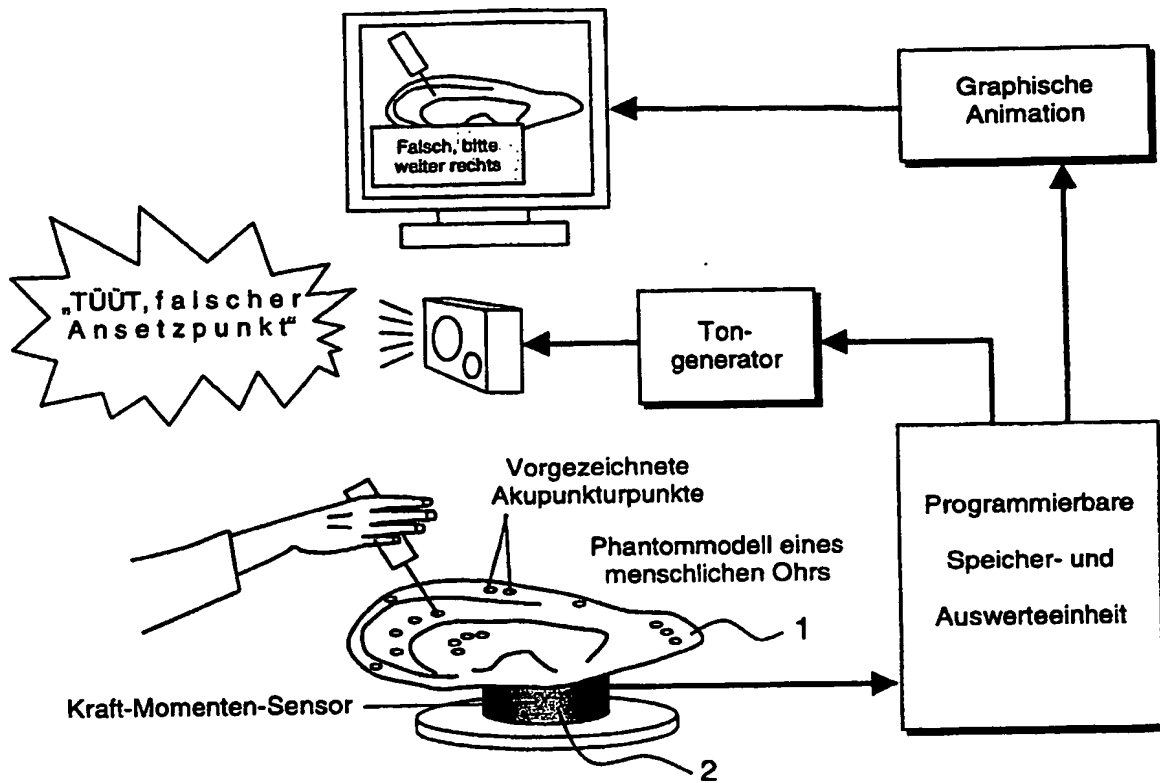
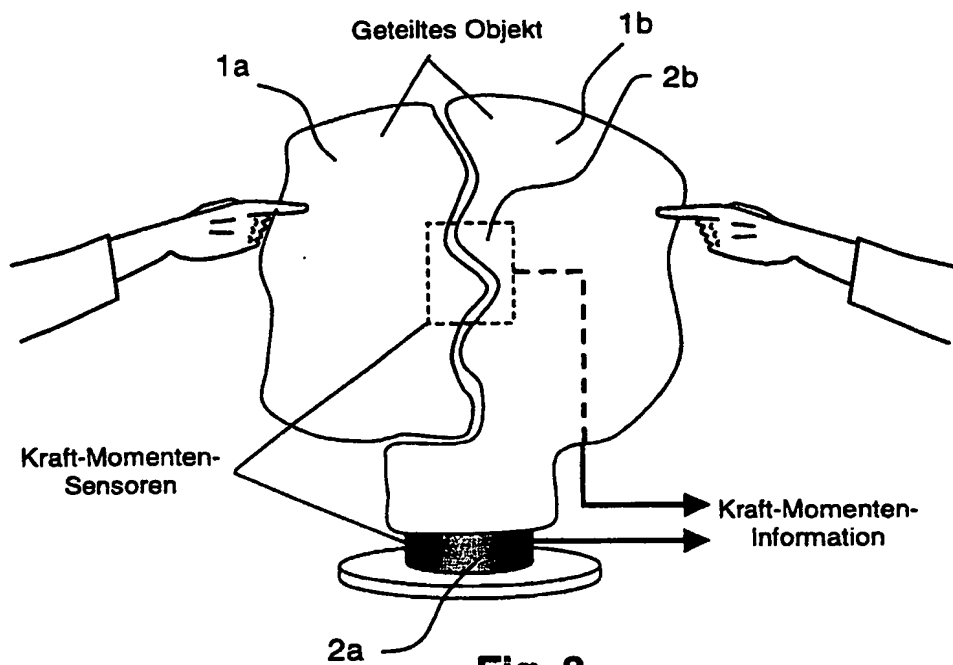


Fig. 1e

**Fig. 1 f**

**Fig. 2**

**Fig. 3**

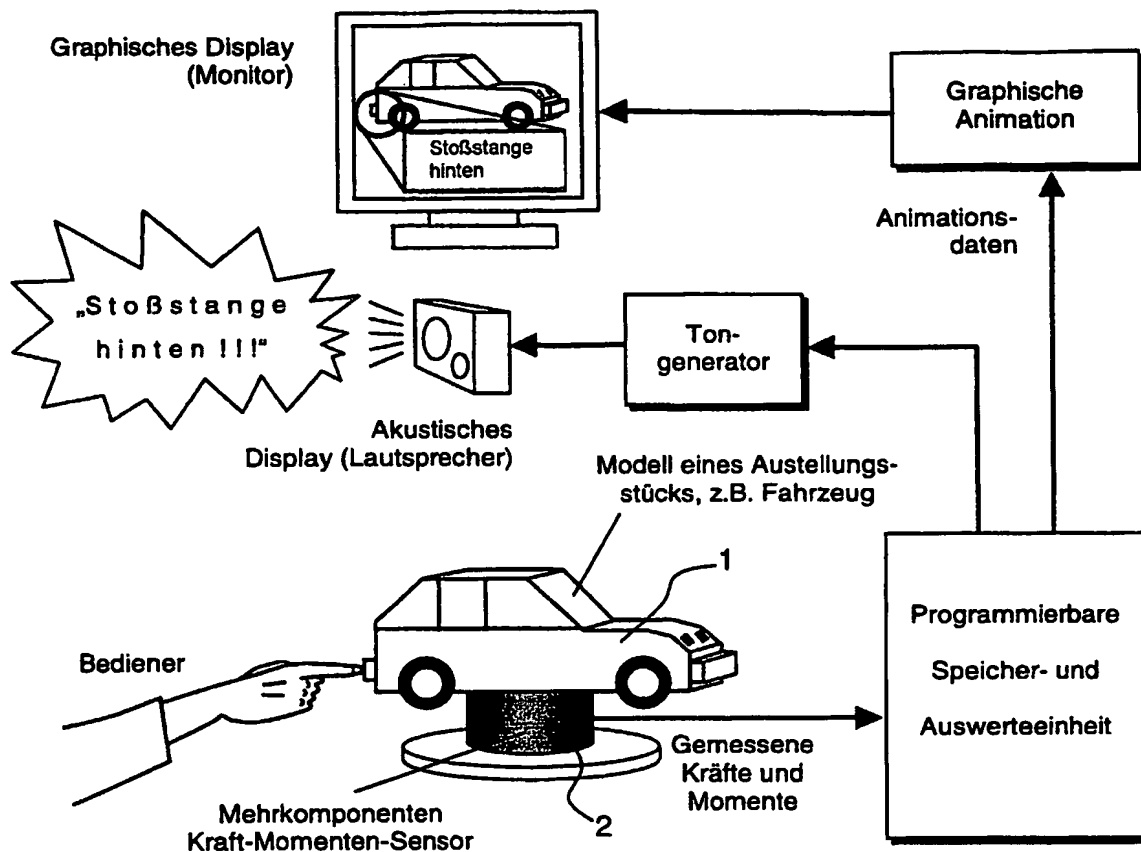


Fig. 4 a

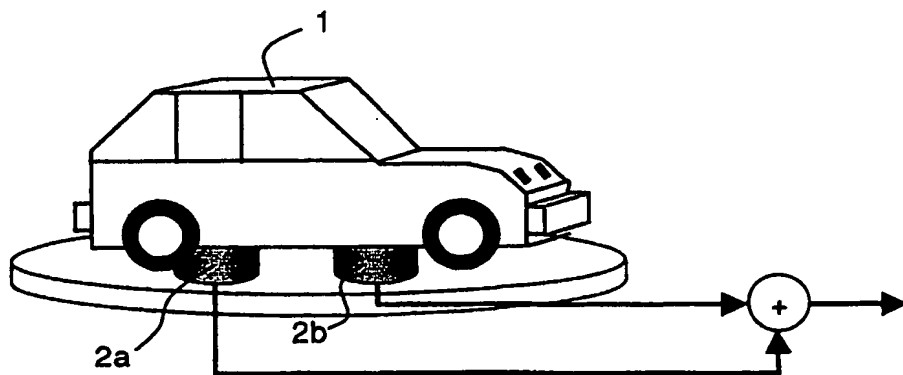


Fig. 4 b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/04292

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G09B23/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G09B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 100 17 119 A (ORTHUBER WOLFGANG ;LUDWIG KLAUS (DE); FISCHER BRANDIES HELGE (DE)) 31 October 2001 (2001-10-31) paragraph '0007! paragraph '0011! - paragraph '0013! paragraph '0015! figures 1-4	1,2
P,X	WO 03/090179 A (RIENER ROBERT ;BURGKART RAINER (DE)) 30 October 2003 (2003-10-30) abstract page 5, line 21 -page 7, line 11 page 8, line 24 -page 9, line 23 page 10, line 30 - line 32 figures 1-4	1,2

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 June 2004

Date of mailing of the international search report

24/06/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Königer, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 03/04292

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>WO 02/37453 A (FLINDERS TECHNOLOGIES PTY LTD ;BURGESS GARY (AU); OWEN HARRY (AU);) 10 May 2002 (2002-05-10) abstract page 7, line 23 -page 8, line 24 page 9, line 16 -page 10, line 28 page 11, line 14 - line 19 page 12, line 22 - line 28 figures 4-7</p>	1-4
A	<p>US 5 259 764 A (GOLDSMITH BRUCE W) 9 November 1993 (1993-11-09) abstract column 1, line 36 -column 3, line 45 figures 1-4</p>	3,4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/04292

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 10017119	A	31-10-2001	DE 10017119 A1		31-10-2001
WO 03090179	A	30-10-2003	DE 10217630 A1		13-11-2003
			WO 03090179 A2		30-10-2003
WO 0237453	A	10-05-2002	WO 0237453 A1		10-05-2002
			AU 2326002 A		15-05-2002
US 5259764	A	09-11-1993	AU 1988292 A		21-12-1992
			WO 9220054 A1		12-11-1992

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/04292

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G09B23/30

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G09B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 100 17 119 A (ORTHUBER WOLFGANG ;LUDWIG KLAUS (DE); FISCHER BRANDIES HELGE (DE)) 31. Oktober 2001 (2001-10-31) Absatz '0007! Absatz '0011! - Absatz '0013! Absatz '0015! Abbildungen 1-4	1,2
P,X	WO 03/090179 A (RIENER ROBERT ;BURGKART RAINER (DE)) 30. Oktober 2003 (2003-10-30) Zusammenfassung Seite 5, Zeile 21 -Seite 7, Zeile 11 Seite 8, Zeile 24 -Seite 9, Zeile 23 Seite 10, Zeile 30 - Zeile 32 Abbildungen 1-4 --- -/--	1,2

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Juni 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/06/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Königer, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/04292

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>WO 02/37453 A (FLINDERS TECHNOLOGIES PTY LTD ;BURGESS GARY (AU); OWEN HARRY (AU);) 10. Mai 2002 (2002-05-10) Zusammenfassung Seite 7, Zeile 23 -Seite 8, Zeile 24 Seite 9, Zeile 16 -Seite 10, Zeile 28 Seite 11, Zeile 14 - Zeile 19 Seite 12, Zeile 22 - Zeile 28 Abbildungen 4-7</p>	1-4
A	<p>US 5 259 764 A (GOLDSMITH BRUCE W) 9. November 1993 (1993-11-09) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 36 -Spalte 3, Zeile 45 Abbildungen 1-4</p>	3,4

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung

zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/04292

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
DE 10017119	A	31-10-2001	DE	10017119 A1	31-10-2001			
WO 03090179	A	30-10-2003	DE	10217630 A1	13-11-2003			
			WO	03090179 A2	30-10-2003			
WO 0237453	A	10-05-2002	WO	0237453 A1	10-05-2002			
			AU	2326002 A	15-05-2002			
US 5259764	A	09-11-1993	AU	1988292 A	21-12-1992			
			WO	9220054 A1	12-11-1992			